

**SÈRIE 4**

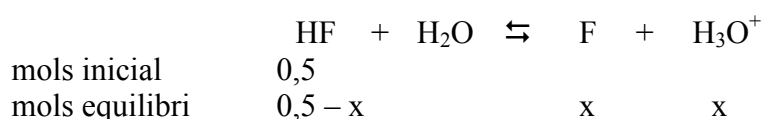
L'alumne ha de respondre 5 preguntes. Obligatòriament ha de respondre la 1, 2 i 3 i escull una entre la 4 i la 5 i escull una entre la 6 i la 7.

Com a norma general, tingueu en compte que un error no s'ha de penalitzar dues vegades. Si una subpregunta necessita un resultat anterior, i aquest és erroni, cal valorar la resposta independentment del valor numèric, i tenir en compte el procediment de resolució (sempre que els valors emprats i/o els resultats no siguin absurds).

Un error en la formulació penalitza 0,5 punts en aquella subpregunta, com s'explicita en la pauta. En cap cas una subpregunta pot tenir una puntuació "negativa".

**Pregunta 1**

a) Reacció de l'HF en aigua (volum 1 litre)



[0,2 p]

$$K_a = [\text{F}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{HF}]$$

[0,2 p]

$$6,6 \cdot 10^{-4} = [(x) \cdot (x)] / [0,5 - x]$$

$$6,6 \cdot 10^{-4} = x^2 / (0,5 - x)$$

$$\text{Si considerem: } 0,5 - x \approx 0,5 \Rightarrow 6,6 \cdot 10^{-4} = x^2 / (0,5)$$

$$x = (6,6 \cdot 10^{-4} \cdot 0,5)^{1/2} = 0,01817 \text{ mols}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = x = 0,01817 \text{ mol} / 1 \text{ L} = 0,01817 \text{ M}$$

[0,3 p]

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log 0,01817 \Rightarrow \text{pH} = 1,7$$

[0,3 p]

- Es considerarà correcte si l'alumne no fa l'aproximació. S'obté una equació de segon grau i la solució és la mateixa: pH = 1,7

**Pregunta 1**

b) Elecció dels pictogrames, entre els 6 proposats:

**Pictogrames A, D i F**

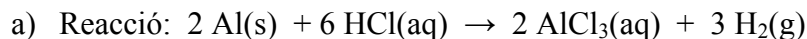
**[0,2 p]**

**Els perills** que ens indiquen aquests pictogrames són:

- **Pictograma F: irritant.** En contacte breu, perllongat o repetitiu amb la pell, o les mucoses, pot provocar una reacció inflamatòria. **[0,2 p]**
- **Pictograma D: tòxic.** Per inhalació, ingestió o penetració cutània, en petites quantitats, pot provocar efectes aguts o crònics i inclús la mort. **[0,2 p]**
- **Pictograma A: corrosiu.** En contacte amb teixits vius pot exercir una acció destructiva. **[0,2 p]**

**Les precaucions** que caldria prendre en la seva manipulació al laboratori serien:

Cal treballar amb **bata**, **ulleres** i **guants** per evitar el contacte amb el cos i les mans. Cal treballar en una **campana extractora** de gasos per evitar la inhalació dels vapors. **[0,2 p]**

**Pregunta 2****Justificació que la reacció és espontània:****Raonament 1:**

Per saber si la reacció redox és espontània es pot calcular la força electromotriu de la pila on tinguéssim lloc aquesta reacció en condicions estàndard ( $E^0$ ). Tenim:

$$\text{Si } E^0 > 0 \Rightarrow \text{reacció redox espontània} \quad [0,3 \text{ p}]$$

(opcionalment:  $\text{Si } E^0 > 0 \Rightarrow \Delta G^0 < 0 \Rightarrow \text{reacció redox espontània}$ )

Calculem el valor de  $E^0$ .

El càtode és  $\text{H}^+/\text{H}_2$  (reducció) i l'ànode és el  $\text{Al}^{3+}/\text{Al}$  (oxidació).

$$E^0 = E^0_{\text{CATODE}} - E^0_{\text{ANODE}} = E^0(\text{H}^+/\text{H}_2) - E^0(\text{Al}^{3+}/\text{Al})$$

$$E^0 = (0,00) - (-1,66) = +1,66 \text{ V} > 0$$

$$E^0 > 0 \Rightarrow \text{Reacció espontània.} \quad [0,3 \text{ p}]$$

**Raonament 2:**

També es pot raonar indicant que el potencial de reducció del parell que es redueix ( $\text{H}^+/\text{H}_2$ , càtode) hauria de ser més gran que el que s'oxida ( $\text{Al}^{3+}/\text{Al}$ , ànode) perquè la reacció sigui espontània. [0,3 p]

$$\text{Tenim: } E^0(\text{H}^+/\text{H}_2) > E^0(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) \quad \text{ó} \quad E^0_{\text{càtode}} > E^0_{\text{ànode}}$$

$$\Rightarrow \text{Reacció espontània.} \quad [0,3 \text{ p}]$$

**Reactiu oxidant i reactiu reductor:**

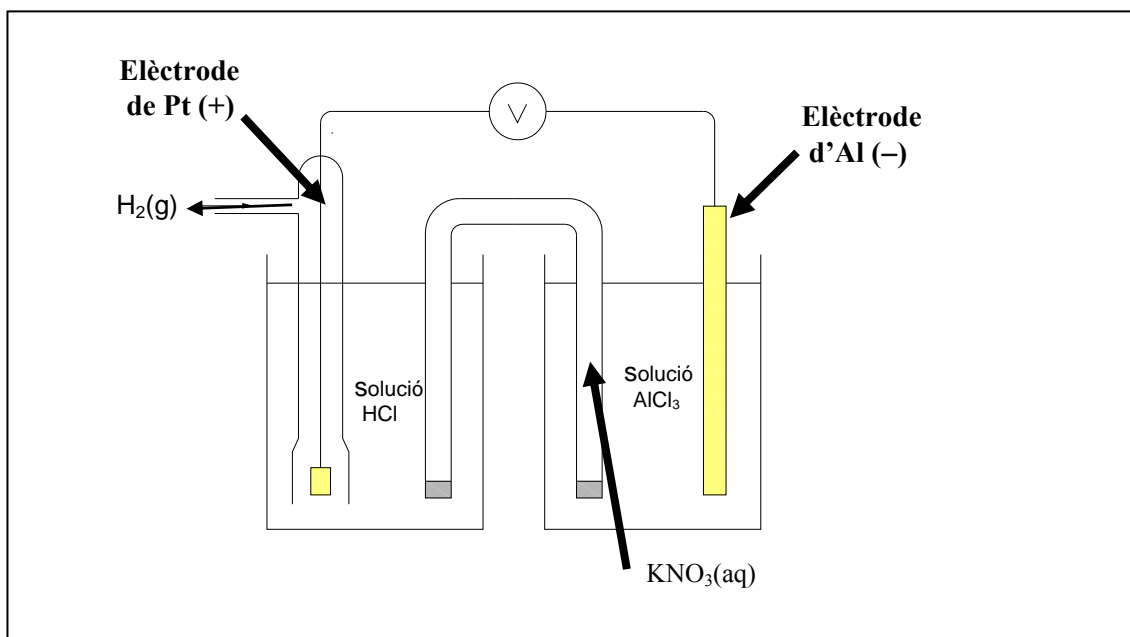
- **El reactiu oxidant és el HCl** ja que oxida l'alumini ( $\text{Al}$  a  $\text{Al}^{3+}$ ) i ell es redueix ( $\text{H}^+$  a  $\text{H}_2$ ).
- **El reactiu reductor és el Al** ja que redueix l'HCl ( $\text{H}^+$  a  $\text{H}_2$ ) i ell s'oxida ( $\text{Al}$  a  $\text{Al}^{3+}$ ). [0,4 p]

## Pregunta 2

- b) **Dibuix, aproximat, de la pila:**  
**Polaritats dels elèctrodes:**

[0,4 p]

[0,2 p]



- *Es correcte si la fletxa de l'hidrogen és al revés (entrada a la solució) ja que inicialment cal posar-ne, tot i que la reacció en generarà posteriorment.*
- *En el dibuix és també correcte si la semicel·la on hi ha el parell redox H<sup>+</sup>/H<sub>2</sub> es posa a l'esquerra i la semicel·la on hi ha el parell redox Al<sup>3+</sup>/Al està a la dreta.*

**Justificació del moviment dels ions del pont salí:**

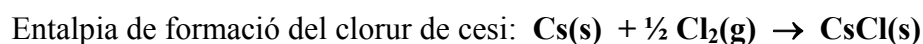
[0,4 p]

Els ions del pont salí es mouen per aconseguir que en ambdues semicel·les hi hagi sempre el mateix nombre de càrregues positives i negatives (electroneutralitat):

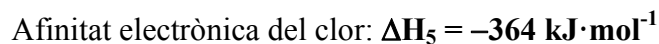
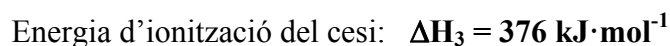
- **Els ions K<sup>+</sup> es mouen cap l'elèctrode de Pt** perquè en aquesta semicel·la disminueixen les càrregues positives de la solució, en passar els ions H<sup>+</sup> a H<sub>2</sub>.
- **Els ions NO<sub>3</sub><sup>-</sup> es mouen cap a l'elèctrode d'Al** perquè en aquesta semicel·la augmenten les càrregues positives de la solució, en passar l'Al a ions Al<sup>3+</sup>.

**Pregunta 3**

a) Reaccions dels processos: [0,2 p + 0,2 p + 0,2 p]



Valor de l'entalpia de cada procés anterior: [0,1 p + 0,1 p + 0,2 p]

**Pregunta 3**

b) La energia reticular correspon al valor  $\Delta H_6$ . [0,2 p]

Si apliquem la llei de Hess tenim:

$$\Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6 = \Delta H_1 \quad [0,4 \text{ p}]$$

(és correcte posar-ho d'altres formes)

$$\Delta H_6 = \Delta H_1 - \Delta H_2 - \Delta H_3 - \Delta H_4 - \Delta H_5$$

$$\Delta H_6 = (-433) - (79) - (376) - (121) - (-364)$$

$$\Delta H_6 = -645 \text{ kJ}\cdot\text{mol} \quad (\text{ó } -645 \text{ kJ})$$

La energia reticular del CsCl té un valor de  $-645 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  [0,4 p]

- Si no donen les unitats (o són errònies) es penalitza 0,2 p.

**Pregunta 4**

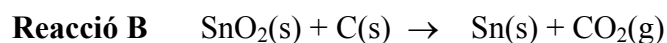
- a) La variació d'entropia està relacionada amb el grau de desordre de reactius i productes. Les molècules de gas tenen un grau de desordre més gran que les molècules de líquid o sòlid.

$$n^{\circ} \text{ molècules gas } \uparrow \Rightarrow \text{ grau desordre } \uparrow \Rightarrow S \uparrow \quad [0,4 \text{ p}]$$



$$n^{\circ} \text{ molècules gas productes} = n^{\circ} \text{ molècules gas reactius}$$

$$S(\text{productes}) \approx S^{\circ}(\text{reactius}) \Rightarrow \Delta S \approx 0$$



$$n^{\circ} \text{ molècules gas productes} > n^{\circ} \text{ molècules gas reactius}$$

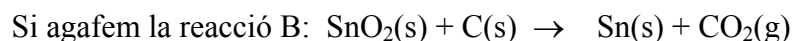
$$S(\text{productes}) > S^{\circ}(\text{reactius}) \Rightarrow \Delta S > 0$$

**La reacció B tindrà una variació d'entropia més gran**, en condicions estàndard i 298 K. [0,6 p]

**Pregunta 4**

- b) La variació d'energia lliure d'una reacció es pot calcular a partir de les energies lliures de formació de cada compost:

$$\Delta G^{\circ}(\text{reacció}) = (\sum n_p \Delta G^{\circ}_f(\text{productes})) - (\sum n_r \Delta G^{\circ}_f(\text{reactius})) \quad [0,3\text{p}]$$



$$\Delta G^{\circ}(\text{reacció B}) = [1x\Delta G^{\circ}_f(\text{Sn}) + 1x\Delta G^{\circ}_f(\text{CO}_2)] - [1x\Delta G^{\circ}_f(\text{SnO}_2) + 1x\Delta G^{\circ}_f(\text{C})] \quad [0,3\text{p}]$$

Substituïm, tenint en compte que la  $\Delta G^{\circ}_f$  dels elements carboni i estany és zero:

$$125,5 = [-399,4] - [\Delta G^{\circ}_f(\text{SnO}_2)]$$

$$\Rightarrow \Delta G^{\circ}_f(\text{SnO}_2) = -524,9 \text{ kJ} \quad (\text{ó } 524,9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}) \quad [0,4 \text{ p}]$$

- Si no indiquen les unitats es penalitza 0,2 p.

**Pregunta 5**

a) Reacció:  $\alpha$ -D-glucopiranososa  $\rightleftharpoons$   $\beta$ -D-glucopiranososa

La constant d'equilibri a 20 °C és:

$$K_c = \frac{[\beta\text{-D-glucopiranososa}]}{[\alpha\text{-D-glucopiranososa}]} \quad [0,3 \text{ p}]$$

$$K_c = (\text{mols de } \beta\text{-D-glucopiranososa} / V) / ([\alpha\text{-D-glucopiranososa} / V])$$

$\Rightarrow$  El volum no afecta. Podem calcular la  $K_c$  amb el nombre de mols.

De 100 g de mescla tenim, en equilibri: 34 g de  $\alpha$ -D-glucopiranososa i 66 g  $\beta$ -D-glucopiranososa.

$$\text{mols de } \beta\text{-D-glucopiranososa} = (66 \text{ g}) / (180 \text{ g/mol}) = \mathbf{0,3666}$$

$$\text{mols de } \alpha\text{-D-glucopiranososa} = (34 \text{ g}) / (180 \text{ g/mol}) = \mathbf{0,1888}$$

$$K_c = (0,3666) / (0,1888)$$

$$\Rightarrow K_c = \mathbf{1,94}$$

[0,3 p]

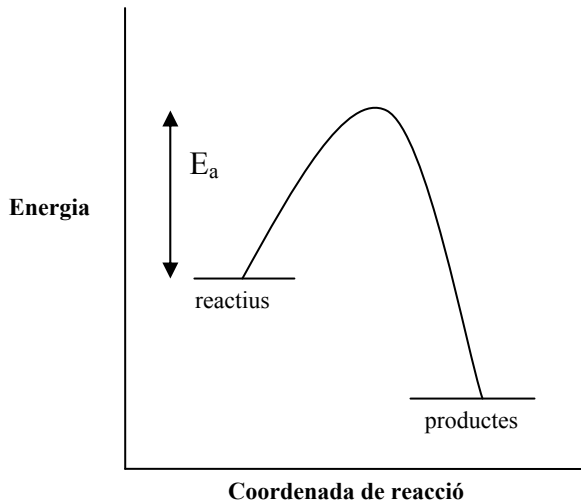
[0,4 p]

- Si indiquen la  $K_c$  amb unitats es penalitzarà 0,2 p.

**Pregunta 5**

b) Perfil de la reacció (dibuix aproximat).

[0,6 p]



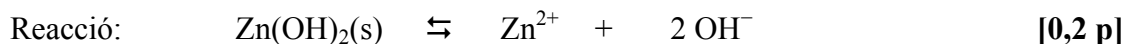
- Quan la reacció es realitza en un medi fortament àcid ( $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \text{ M}$ ) la constant de velocitat augmenta, és a dir augmenta la velocitat de la reacció. El canvi és degut a que els ions ( $[\text{H}_3\text{O}^+]$  catalitzen la reacció, canviant el seu mecanisme i disminuint el valor de l'energia d'activació ( $E_a$ ). [0,4 p]

## Pregunta 6

## c) Formulació:

sulfat de zinc:  $\text{ZnSO}_4$ 

[- 0,5 p si no formulen bé]

*[En cap cas la subpregunta 6a pot tenir una puntuació negativa]*

Inicial

a

Equilibri

a - s

s

2s

on s = solubilitat (mols/L)

Expressió de la constant de solubilitat:

$$K_{ps} = [\text{Zn}^{2+}] [\text{OH}^-]^2 \quad [0,2 \text{ p}]$$

Introduïm la solubilitat a l'expressió anterior:

$$K_{ps} = (s) \cdot (2s)^2 = 4s^3 \quad [0,3 \text{ p}]$$

$$s = (K_{ps} / 4)^{1/3}$$

$$s = (6,87 \cdot 10^{-17} / 4)^{1/3}$$

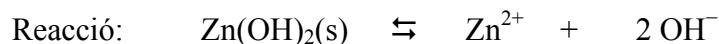
$$\Rightarrow \text{s (solubilitat)} = 2,58 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L} \quad [0,3 \text{ p}]$$

## Pregunta 6

d) Calculem la concentració de  $\text{Zn}^{2+}$  (en mol/L) en la solució fertilitzant:

$$1,8 \text{ g ZnSO}_4 / \text{L solució} \times (1 \text{ mol ZnSO}_4 / 161,4 \text{ g ZnSO}_4) \times (1 \text{ mol Zn}^{2+} / 1 \text{ mol ZnSO}_4) =$$

$$= 1,115 \cdot 10^{-2} \text{ mol / L de Zn}^{2+} \quad [0,2 \text{ p}]$$

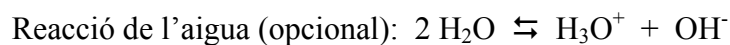


Expressió de la constant de solubilitat:  $K_{ps} = [\text{Zn}^{2+}] [\text{OH}^-]^2$

Calculem la concentració de  $\text{OH}^-$  perquè es compleixi la  $K_{ps}$  (la solució estaria saturada):

$$[\text{OH}^-] = (K_{ps} / [\text{Zn}^{2+}])^{1/2} = (6,87 \cdot 10^{-17} / 1,115 \cdot 10^{-2})^{1/2}$$

$$[\text{OH}^-] = 7,84 \cdot 10^{-8} \text{ mol/L} \quad [0,5 \text{ p}]$$



$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] [\text{OH}^-] = 1,0 \cdot 10^{-14}$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,0 \cdot 10^{-14} / 7,84 \cdot 10^{-8} = 1,274 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$$

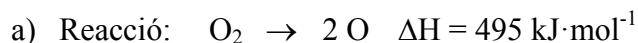
$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 1,274 \cdot 10^{-7}$$

$$\text{pH} = 6,9$$

[0,3 p]



## Pregunta 7



Per calcular l'energia de la radiació electromagnètica: cal passar l'entalpia molar d'aquesta reacció a entalpia per molècula. Es pot expressar-ho en J ó en kJ:  
(495 kJ / mol) x (1000 J / kJ) x (1 mol /  $6,02 \cdot 10^{23}$  molècula) =  $8,22 \cdot 10^{-19}$  J / molècula

$$\text{Energia} = 8,22 \cdot 10^{-19} \text{ J} \quad (\text{ó } 8,22 \cdot 10^{-22} \text{ kJ}) \quad [0,3 \text{ p}]$$

A partir de l'equació de Planck relacionarem l'energia de la radiació amb la freqüència:

$$E = h \nu \quad \text{on } \nu \text{ és la freqüència} \quad [0,2 \text{ p}]$$

$$\nu = E / h \Rightarrow \nu = 8,22 \cdot 10^{-19} / 6,63 \cdot 10^{-34}$$

$$\text{Freqüència: } \nu = 1,24 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} \quad (\text{ó } 1,24 \cdot 10^{15} \text{ Hz}) \quad [0,2 \text{ p}]$$

- *Si no posen unitats (o són errònies) es penalitzarà 0,2 p.*

**La freqüència trobada ( $1,24 \cdot 10^{15}$  Hz) està fora de l'interval de la radiació infraroja (entre  $4 \cdot 10^{14}$  i  $3 \cdot 10^{11}$  Hz).**

$$\nu = 1,24 \cdot 10^{15} = 12,4 \cdot 10^{14} \Rightarrow 12,4 \cdot 10^{14} > 4 \cdot 10^{14}$$

**$\Rightarrow$  La radiació infraroja no podrà provocar el trencament de la molècula d'oxigen.** [0,3 p]

*Opcionalment: la radiació que es necessita per trancar la molècula d'oxigen està dins la zona de l'UV-Vis.*

**Pregunta 7**

b) Un **orbital atòmic**, segons el model ondulatori de l'àtom, és una funció d'ona que ens descriu una regió de l'espai on hi ha una alta probabilitat de trobar un electró en un determinat estat energètic, fixats els nombres quàntics  $n$ ,  $l$  i  $m$ . **[0,4 p]**

El nombre atòmic de l'àtom d'oxigen és:  $Z=8 \Rightarrow$  l'oxigen té 8 electrons

**Configuració electrònica de l'oxigen:  $1s^2, 2s^2, 2p^4$**  **[0,2 p]**

**L'electró més intern de l'àtom d'oxigen es troba en l'orbital  $1s$ .**

Els seus nombre quàntics són:

$$n=1$$

$$l=0$$

$$m=0$$

$$s=1/2 \text{ ó } -1/2$$

**[0,1 p per cada nombre quàntic. Total: 0,4 p]**